**Journal of Agroecology**
Homepage:https://agry.um.ac.ir/

**Research Article**
**Vol. 14, No. 3, Fall 2022, p. 379-397**

# Evaluation of Density, Dry Weight, and Biodiversity of Weeds in Row Intercropping of Lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata L.) and Alyssum (*Lobularia maritima* (L.) Desv.)

**M.H. Hatefi Farajian[1], A. Koocheki[2*] and M. Nassiri Mahallati[2]**

Received: 16-11-2016
Revised: 28-12-2016
Accepted: 01-01-2017
Available Online: 13-12-2022

**How to cite this article:**
Hatefi Farajian, M.H., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M., 2022. Evaluation of density, dry weight, and biodiversity of weeds in row intercropping of lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata L.) and alyssum (*Lobularia maritima* (L.) Desv.). Journal of Agroecology 14(3): 379-397
DOI: 10.22067/jag.v1i1.60368

**Introduction**

Diversification through the use of intercropping systems is known to enhance stability. Intercropping can potentially reduce pests and weeds, increase system production and increase the exploitation of available environmental resources, compared to monocultures. Ronald and Charles (2012) stated that weeds biomass decreased in the intercropping of maize and squash due to squash ghosting on weeds. They also reported that the intercropping of pelargoniums (*Pelargonium sp.*) and mint (*Mentha arvensis* L.) decreased weed growth and biomass.

**Materials and Methods**

This experiment was conducted in the 2014-2015 growing season based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Experimental treatments were 1 row lettuce + 1 row alyssum (1:1), 2 row lettuce + 2 row alyssum (2:2), 3 row lettuce + 3 row alyssum (3:3), monocultures of lettuce and alyssum. Alyssum transplants were sown on 08/04/2015, and lettuce transplants were sown on 21/04/2015 in rows with a distance of 50 cm. During the growing season, the composition of weed species, together with weed density and dry matter, were measurd at 2 times in randomly sampled 0.6×0.6 m quadrates. Using the species frequency Margalef richness index and several diversity indices, including Shannon- Weiner and Simpson’s index and species evenness, were calculated for each treatment.

**Results and Discussion**

At first and second sampling, the highest density of weeds was observed in 2 row Lettuce + 2 row alyssum (2:2) with 282.4 and 122.03 plants per square meter, respectively. The lowest density of weeds was observed through the first and the second sampling, respectively, in Lettuce monoculture with 111.11 plants per square meter and in 1 row lettuce + 1 row alyssum (1:1) with 41.66 plants per square meter, respectively. In the first sampling, the highest and lowest Shannon-Wiener diversity index were observed in 2 row lettuce + 2 row alyssum (2:2) and 3 row lettuce + 3 row alyssum (3:3) with 0.53 and 0.35, respectively. In the second sampling, highest and lowest Shannon-Wiener diversity index was observed, in 1 row lettuce + 1 row alyssum (1:1) and 2 row lettuce + 2 row alyssum (2:2) with 0.37 and 0.12, respectively. Also, in the first sampling, the highest and lowest Simpson’s diversity index was observed, in 2 row lettuce + 2 row alyssum (2:2) and 3 row lettuce + 3 row alyssum (3:3) with 0.66 and 0.44, respectively. In the second sampling, the highest and lowest Simpson’s diversity index was observed, in 2 row lettuce + 2 row alyssum (2:2) and alyssum monoculture with 0.46 and 0.05, respectively. In the first sampling, the highest and lowest Shannon-Wiener evenness index were observed, in 2 row lettuce + 2 row alyssum (2:2) and 3

1-M.Sc. of Agroecology, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
* Corresponding author: akooch@um.ac.ir

row lettuce + 3 row alyssum (3:3) with 0.41 and 0.25, respectively. In the second sampling, the highest and lowest Shannon-Wiener evenness index were observed in lettuce monoculture and 2 row lettuce + 2 row alyssum (2:2) with 0.31 and 0.11, respectively. In the first sampling, the highest and lowest Margalef richness index were observed in lettuce monoculture and 3 row lettuce + 3 row alyssum (3:3) with 1.48 and 0.98, respectively. In the second sampling, the highest and lowest Margalef richness index in 1 row lettuce + 1 row alyssum (1:1) and alyssum monoculture with 1.63 and 0.53, respectively.

**Conclusion**

The results showed that the ecological characteristics of ecosystems, such as diversity and density of weeds, were affected by row intercropping patterns. In almost all cases except the Margalef species richness index, intercropping 2 row lettuce + 2 row alyssum was better compared to other patterns of cropping. It can be concluded that the most important advantage of intercropping is the stability of canopy structure in terms of weeds and crop population and therefore enhancing the competition ability of the crops.

**Keywords:** Planting pattern, Shannon-Weiner diversity index, Simpson’s diversity index, Margalef species richness index.

**نشریه بوم شناسی کشاورزی**
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

**مقاله پژوهشی**

# ارزیابی تراکم، زیست‌توده و تنوع زیستی علف‌های هرز در کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ (*Lactuca sativa* L. var. capitata) و گل عسلی (*Lobularia maritima* (L.) Desv.)

**محمد حسن هاتفی فرجیان[1]، علیرضا کوچکی[2]* و مهدی نصیری محلاتی[2]**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۶
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱۰/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

هاتفی فرجیان، م.ح.، کوچکی ع.، و نصیری محلاتی، م.، ۱۴۰۱. ارزیابی تراکم، زیست‌توده و تنوع زیستی علف‌های هرز در کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ (*Lactuca sativa* L. var. capitata) و گل عسلی (*Lobularia maritima* (L.) Desv.). بوم‌شناسی کشاورزی ۱۴(۳): ۳۹۷-۳۷۹.

## چکیده

به‌منظور بررسی اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر تراکم، زیست‌توده و تنوع زیستی علف‌های هرز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۱۳۹۴- ۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل الگوهای کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱)، ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲)، ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) و کشت خالص دو گونه بود. نتایج نشان داد که اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر تمامی صفات مورد مطالعه در هر دو مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار بود. بیشترین تراکم علف‌های هرز در الگوی کاشت ۲:۲ به‌ترتیب با ۲۸۲/۴ و ۱۲۲/۰۳ بوته در مترمربع در هر دو مرحله نمونه‌برداری مشاهده شد. در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز به‌ترتیب در الگوی کاشت ۱:۱ و ۲:۲ با ۵۸/۳۳ و ۶۲/۰۸ گرم در مترمربع مشاهده شد. همچنین، بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر، در الگوی کاشت ۲:۲ و ۱:۱ به‌ترتیب با ۰/۵۳ و ۰/۳۷ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در الگوی کاشت ۲:۲ به‌ترتیب با ۰/۶۶ و ۰/۴۶ در هر دو مرحله نمونه‌برداری مشاهده شد و در نهایت، بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در الگوی کشت خالص کاهو پیچ و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱:۱ به‌ترتیب با ۱/۴۸ و ۱/۶۳ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد. به‌طور کلی، الگوهای کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) و ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲)، بیشترین میزان را از نظر اکثر شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای مورد بررسی در این تحقیق دارا بودند.

**واژه‌های کلیدی:** الگوی کاشت، شاخص تنوع، غنای گونه‌ای، یکنواختی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/jag.v1i1.60368

## مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت کشور و محدودبودن زمین‌های مناسب کاشت، استفاده از نظام کشت مخلوط برای تولید بیشتر، اهمیت ویژه‌ای یافته است. اخیراً با آشکارشدن معضلات کشاورزی تک‌کشتی از جمله آلودگی آب‌ها، خاک و همچنین کاهش توان تولید زمین‌های زراعی، ایجاد خطرات زیست‌محیطی و خسارت شدید جانبی بر زنجیره حیاتی در بوم‌نظام‌های زراعی و طبیعی و افزایش هزینه‌های تولید، توجه محققین بیش از پیش به حفظ ثبات و بهره‌وری نظام‌های تولید کشاورزی معطوف شده است (Bedoussac & Justes, 2010). یکی از راهکارهای افزایش ثبات، ایجاد تنوع از طریق به‌کارگیری نظام‌های چندکشتی است. در این رابطه، از کشت مخلوط به‌دلیل قابلیت کاهش معضل آفات و علف‌های هرز، به‌عنوان ابزاری سودمند جهت افزایش عملکرد یک یا تمام گونه‌های همراه و ارتقای بهره-برداری از منابع زیست‌محیطی موجود، در مقایسه با بوم‌نظام‌های زراعی تک‌کشتی یاد شده است (Park et al., 2002).

کاهو پیچ (*Lactuca sativa* L. var. capitata) از خانواده Asteraceae، گیاهی یک‌ساله، علفی، خودگرده‌افشان و نیمه‌مقاوم نسبت به سرما است. برگ‌های ترد این نوع کاهو به‌خوبی یکدیگر را می‌پوشانند، به همین دلیل قابلیت حمل و نقل و نگهداری بالایی نسبت به سایر کاهوها دارد (Javanmardi, 2010). گل عسلی با نام علمی (*Lobularia maritima* (L.) Desv.) گیاهی است دارای ارقام یک‌ساله و چندساله از خانواده Brassicaceae که بومی جنوب اروپا، غرب آسیا و شمال آفریقا و به‌طور کلی، متعلق به مناطق مدیترانه‌ای با آب و هوای معتدل می‌باشد (Ghasemi Ghahsareh & Kafi, 2012). این گیاه دارای گل‌های معطر و بسیار زیبایی بوده و در مرحله گل‌دهی به‌صورت فرشی از گل، زمین را می‌پوشاند و از این جهت، گیاه زینتی محبوبی محسوب می‌شود. گل عسلی یکی از گونه‌هایی می‌باشد که اغلب در مدیریت زیستگاه به‌منظور مهار زیست‌شناختی حفاظتی مورد مطالعه قرار گرفته است (Fiedler et al., 2008). در آزمایشی به‌مدت بیش از ده سال، گل عسلی به‌عنوان گیاه جاذب حشرات مفید در مزارع کاهوی ارگانیک کالیفرنیا برای جلب حشرات پروازی بالغ (مگس‌های سیرفید) کشت شده است که از دانه گرده و شهد این گیاه تغذیه کرده‌اند (Bugg et al., 2008). در مطالعه‌ای مشاهده شد که کشت مخلوط کاهو با گل عسلی در کالیفرنیا تعداد لارو حشرات پروازی (که مهم‌ترین دشمنان طبیعی شته‌ها در کاهو هستند) را افزایش می‌دهد (Smith & Chaney, 2007; Smith et al., 2008).

علف‌های هرز از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید در کشت-بوم‌های زراعی هستند. رقابت علف‌های هرز با گیاهان برای دستیابی به منابع تولید (نور، آب و مواد غذایی) منجر به کاهش علف‌های هرز در نظام‌های فشرده کشاورزی می‌شود (Legere et al., 2005). درحالی‌که در نظام‌های کشاورزی بوم‌شناختی، علف‌های هرز به‌عنوان بخشی از تولیدکنندگان اولیه مزارع شناخته می‌شوند که از کارکردهای بوم‌شناختی مهمی همچون چرخش مواد غذایی، حفاظت خاک و حمایت از سطوح بالاتر در زنجیره غذایی برخوردار هستند (Hyvonen & Huusela-Veistola, 2008). وجود تنوعی از علف-های هرز در مزرعه می‌تواند از طریق تشدید رقابت بین گونه‌ها و جلوگیری از توزیع غالبیت بین چندین گونه، خود عاملی برای مهار علف‌های هرز باشد و بنابراین، تقاضا برای نهاده‌های بیرونی را کاهش دهد (Mohler & Liebman, 1987).

محققین بسیاری به نقش مثبت کشت مخلوط در کاهش خسارات علف‌های هرز اشاره کرده‌اند (Midya et al., 2005). توانایی کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های هرز وابسته به عواملی نظیر ترکیب گیاهان زراعی، ارقام انتخابی، تراکم کشت، سهم هر یک از گیاهان زراعی در کشت مخلوط، ترتیب و فاصله قرارگرفتن آن‌ها از یکدیگر و حاصلخیزی و وضعیت رطوبتی خاک است (Moody & Shett, 1989). کور-هیلیو و همکاران (Corre-Hellou et al., 2011) با بررسی زیست‌توده و جمعیت علف هرز در کشت مخلوط نخود و جو گزارش کردند که زیست‌توده علف‌های هرز در تیمار کشت خالص نخود سه برابر بیشتر از مخلوط دو گونه و کشت خالص جو بود. آن‌ها اظهار داشتند که کشت مخلوط اثر به‌سزایی در سرکوب علف‌های هرز، حتی با کاربرد مقادیر کمتر جو در مخلوط، دارد. رونالد و چارلز (Ronald & Charles, 2012) عنوان کردند که در کشت مخلوط ذرت و کدو، با اضافه شدن بوته‌های کدو، به‌دلیل سایه‌اندازی کدو بر علف‌های هرز زیست‌توده علف‌های هرز کاهش یافت. بومان و همکاران (Baumann et al., 2001; Baumann, et al., 2000) اظهار داشتند که کشت مخلوط گیاهانی با قدرت رقابتی ضعیف نظیر تره‌فرنگی (*Allium porrum* L.) با کرفس (*Apium graveolens*

L.) برای ممانعت رشد و تولید بذر علف‌های هرز مفید است. نامبردگان مشاهده کردند که زیست‌توده و پتانسیل تولید بذر علف‌های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی تره‌فرنگی کاهش یافت که دلیل این امر را افزایش جذب نور توسط تاج‌پوشش و در نتیجه، افزایش توان رقابتی مخلوط ذکر کردند. رائو (Rao, 2002) گزارش کرد که کشت مخلوط شمعدانی (*Pelargonium* sp.) و نعناع (*Mentha arvensis* L.) منجر به کاهش رشد و زیست‌توده علف-های هرز شد. نتایج تحقیقی بر روی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) و گل جعفری (*Tagetes erecta*)، نشان داد که در نمونه‌برداری اول، بیشترین تراکم علف‌های هرز در واحد سطح در تک‌کشتی گوجه‌فرنگی (به تعداد ۹۶/۷۸ بوته در مترمربع) و کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ دارای کمترین تراکم علف هرز به تعداد ۶۲/۳۷ بوته در مترمربع بود. وزن خشک کل علف‌های هرز نیز در نمونه‌برداری اول کمتر از نمونه-برداری دوم بود و در هر دو مرحله نمونه‌برداری، بیشترین وزن خشک کل علف‌های هرز در الگوی مخلوط با نسبت ۱:۳ مشاهده شد. همچنین کمترین مقادیر شاخص‌های تنوع شانون، مارگالف و سیمپسون علف‌های هرز در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۱ مشاهده شد (Koocheki et al., 2013). اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) در مطالعه تنوع علف‌های هرز در مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) و اسفناج ( *Spinacia oleracea* L.) نشان دادند که در کلیه مراحل نمونه‌برداری، بیشترین شاخص-های تنوع شانون- وینر و سیمپسون در الگوی تک‌کشتی اسفناج، تحت تیمار کودی ۱۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد. به‌طور کلی، در زمان بسته شدن پوشش کانوپی در بین الگوهای کشت مخلوط مورد بررسی، الگوی کشت ۴:۴ اسفناج و سیر در شرایط اعمال ۱۰ تن در هکتار کود دامی دارای کم‌ترین وزن خشک و تراکم علف-های هرز در واحد سطح بود، امّا کم‌ترین میزان شاخص‌های تنوع شانون- وینر، مارگالوف و سیمپسون در الگوی کشت ۳:۳ در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد. بدین منظور، این مطالعه با هدف بررسی اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر تراکم، زیست‌توده و تنوع علف‌های هرز در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور مقایسه الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی از نظر تراکم، زیست‌توده و تنوع علف‌های هرز، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۹۹/۲ متر از سطح دریا اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی‌لومی بود. تیمارهای آزمایش شامل الگوهای کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱)، ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲)، ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳)، کشت خالص کاهو پیچ و کشت خالص گل عسلی بود. ابتدا کرت‌هایی به ابعاد ۳/۵ در ۳ متر ایجاد و در داخل هر کرت ۶ ردیف برای کاشت در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر نیز یک متر بود. کاشت نشای گل عسلی در تاریخ ۲۰ فروردین ماه ۱۳۹۴ و نشای کاهو پیچ در تاریخ دوم اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ به‌صورت نشاهای چهار برگی که از قبل آماده شده بودند، در زمین اصلی که قبلاً آبیاری شده بود، انجام شد. برای هر دو گیاه فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به‌فاصله هر پنج روز یک‌بار به‌روش نشتی تا آخر فصل رشد انجام گرفت. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول فصل رشد هیچ‌گونه کود شیمیایی، زیستی، علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کشی استفاده نگردید. عملیات وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی دو بار در طول فصل رشد انجام گرفت. لازم به ذکر است که قبل از هر مرحله وجین، نمونه‌گیری به‌جهت اندازه‌گیری تراکم و تنوع علف‌های هرز انجام شد. نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز با کوادراتی به ابعاد ۰/۶ × ۰/۶ مترمربع در دو مرحله قبل و بعد از بسته-شدن کانوپی به‌ترتیب در هفته سوم اردیبهشت‌ماه و هفته چهارم خرداد ماه انجام گرفت. سپس علف‌های هرز هر کوادرات به تفکیک گونه شمارش شدند. سپس نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. تراکم نسبی گونه‌های علف هرز به‌صورت تراکم گونه نسبت به تراکم کل گونه‌ها محاسبه گردید. برای تعیین تنوع علف‌های هرز از شاخص تنوع شانون-وینر (معادله ۱)، شاخص تنوع سیمپسون (معادله

۲)، شاخص یکنواختی شانون- وینر (معادله ۳)، شاخص یکنواختی سیمپسون (معادله ۴) و شاخص غنای گونه‌ای مارگالف (معادله ۵) با استفاده از نرم‌افزار Ecological Methodology (Krebs, 1999) استفاده شد (Ejtehadi et al., 2009Gliessman, 1997 ;).

معادله (۱) $$H' = -\Sigma(\frac{ni}{N} \times \ln\frac{ni}{N})$$

معادله (۲) $$1\text{-}D = 1 - \frac{\Sigma ni(ni-1)}{N(N-1)}$$

معادله (۳) $$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

معادله (۴) $$\frac{1}{D} = \frac{1}{\frac{\Sigma ni(ni-1)}{N(N-1)}}$$

معادله (۵) $$M = \frac{S-1}{\log N}$$

در این معادله‌ها، H': شاخص تنوع شانون- وینر، ni: تعداد گونه افراد i ام، N: تعداد کل افراد، 1-D: شاخص تنوع سیمپسون، E: شاخص یکنواختی شانون- وینر، $\frac{1}{D}$ شاخص یکنواختی سیمپسون، M: شاخص غنای گونه‌ای مارگالف و S: تعداد گونه‌های موجود می‌باشد.

به‌منظور تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار Minitab-17 و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای رسم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

### شناسایی علف‌های هرز

مجموعاً نه گونه علف هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری مشاهده شد که هفت گونه یک‌ساله و دو گونه چندساله بودند. گونه‌های هرز مشاهده شده متعلق به نه تیره مختلف بودند. بیشترین تعداد گونه با نه گونه در مرحله دوم نمونه‌برداری مشاهده شد. با گذشت زمان، حضور گونه‌های هرز چندساله در مزرعه افزایش یافت. در میان گونه‌های مشاهده شده، شش گونه هرز توق (*Xanthium strumarium* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، تاتوره (*Datura stramonium* L.)، علف هفت‌بند (*Polygonium aviculare* L.)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) و پنیرک (*Malva sylvestris* L.) دارای مسیر فتوسنتزی سه کربنه و پهن‌برگ، گونه هرز تاج‌خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus* L.) دارای مسیر فتوسنتزی چهارکربنه و پهن‌برگ، گونه هرز قیاق (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) دارای مسیر فتوسنتزی چهارکربنه و باریک‌برگ و گونه هرز خرفه (*Portulaca oleracea* L.) دارای مسیر فتوسنتزی CAM و پهن‌برگ بودند. چهار گونه توق، تاج‌خروس ایستاده، سلمه‌تره و قیاق در هر دو مرحله نمونه‌برداری حضور داشتند، درحالی‌که سایر گونه‌ها به‌صورت موقت و تنها در مرحله دوم نمونه‌برداری مشاهده شدند (جدول ۱).

نتایج پژوهشی بر روی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری نشان داد که، در مجموع، در کرت‌های آزمایشی مورد بررسی ۱۲ گونه علف‌هرز مشاهده شد که بیشترشان پهن‌برگ و یک‌ساله بودند. در بین علف‌های هرز مورد بررسی، شش گونه با مسیر فتوسنتزی سه‌کربنه و چهار گونه با مسیر فتوسنتزی چهارکربنه شناسایی شد (Koocheki et al., 2013).

### اثر کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ با گل عسلی بر تراکم نسبی علف‌های هرز

تراکم نسبی گونه‌های علف هرز مشاهده شده در نسبت‌های کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی در دو مرحله نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان داده شده است.

بیشترین دامنه تراکم نسبی علف‌های هرز در مرحله اول نمونه‌برداری، برای قیاق (۶۸/۶۶-۴۲ درصد) و در مرحله دوم نمونه‌برداری برای تاج‌خروس ایستاده (۱۵/۳۳-۲/۳۳ درصد) به‌دست آمد. کم‌ترین دامنه تراکم نسبی نیز در مرحله اول برای سلمه‌تره (۱۳/۳۳-۶/۶۶ درصد) مشاهده شد و همچنین کم‌ترین دامنه تراکم نسبی در مرحله دوم برای توق (۲/۶۶-۱/۳۳ درصد) به‌دست آمد (جدول ۲). در مقایسه بین تیمارهای کشت خالص کاهو پیچ و گل عسلی مشاهده شد که غنای علف‌های هرز در این تیمارها در مرحله اول نمونه‌برداری مشابه هم و برابر با چهار گونه بود، درحالی‌که تعداد گونه‌ها در نمونه‌برداری دوم به‌ترتیب به هفت و چهار رسید. در مرحله اول، قیاق با ۶۸/۶۶ درصد بیشترین و توق با ۲/۶۶ درصد کم‌ترین گونه و در مرحله دوم، قیاق با ۸۵ درصد بیشترین و خرفه با ۰/۲ درصد کم‌ترین گونه مشاهده شده در مزرعه بودند. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) در بررسی کشت مخلوط ردیفی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) مشاهده کردند که در مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری سلمه تره بیشترین فراوانی نسبی را در مقایسه با سایر گونه‌ها نشان داد.

جدول ۱- نام علمی و گروه‌های کارکردی علف‌های هرز مشاهده شده در الگوهای کشت مخلوط ردیفی و کشت خالص کاهو پیچ و گل عسلی در مراحل مختلف نمونه‌برداری

**Table 1- Scientific name and Functional groups of weeds observed in row intercropping patterns and monoculture of lettuce and alyssum in different sampling dates**

| نام فارسی گونه<br>**Persian name of the species** | نام علمی گونه<br>**The scientific name of the species** | خانواده<br>**Family** | شکل رویشی<br>**Life form** | مسیر فتوسنتزی<br>**Photosynthetic direction** | چرخه رویشی<br>**Life cycle** |
|---|---|---|---|---|---|
| **مرحله اول نمونه‌برداری<br>The first sampling date** | | | | | |
| توق<br>Common cocklebur | *Xanthium strumarium* L. | Asteraceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | یک‌ساله<br>Annual |
| تاج‌خروس ایستاده<br>Red-root amaranth | *Amaranthus retroflexus* L. | Amaranthaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_4$ | یک‌ساله<br>Annual |
| سلمه‌تره<br>Lamb's quarters | *Chenopodium album L.* | Chenopodiaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | یک‌ساله<br>Annual |
| قیاق<br>Johnson grass | *Sorghum halepense* (L.) Pers. | Poaceae | باریک‌برگ<br>Grasses | $C_4$ | چندساله<br>Perennial |
| **مرحله دوم نمونه‌برداری<br>The second sampling date** | | | | | |
| توق<br>Common cocklebur | *Xanthium strumarium* L. | Asteraceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | یک‌ساله<br>Annual |
| تاج‌خروس ایستاده<br>Red-root amaranth | *Amaranthus retroflexus* L. | Amaranthaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_4$ | یک‌ساله<br>Annual |
| سلمه‌تره<br>Lamb's quarters | *Chenopodium album L.* | Chenopodiaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | یک‌ساله<br>Annual |
| قیاق<br>Johnson grass | *Sorghum halepense* (L.) Pers. | Poaceae | باریک‌برگ<br>Grasses | $C_4$ | چندساله<br>Perennial |
| پیچک صحرایی<br>Field bindweed | *Convolvulus arvensis* L. | Convulvulaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | چندساله<br>Perennial |
| خرفه<br>Common purslane | *Portulaca oleracea* L. | Portulacaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | CAM | یک‌ساله<br>Annual |
| تاتوره<br>Jimson weed | *Datura stramonium* L. | Solanaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | یک‌ساله<br>Annual |
| علف هفت‌بند<br>Common knotgrass | *Polygonum aviculare* L. | Polygonaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | یک‌ساله<br>Annual |
| پنیرک<br>Common mallow | *Malva sylvestris* L. | Malvaceae | پهن‌برگ<br>Broad leaves | $C_3$ | چندساله<br>Perennial |

**جدول ۲- تراکم نسبی (درصد) گونه‌های علف هرز در الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Table 2- Weeds relative density (%) in row intercropping patterns of Lettuce and Alyssum in different sampling dates**

| | الگوهای کشت مخلوط ردیفی<br>**Row intercropping patterns** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| کاهو پیچ<br>Lettuce | 1 | 2 | 3 | 100 | 0 |
| گل عسلی<br>Alyssum | 1 | 2 | 3 | 0 | 100 |
| نام علمی گونه<br>The scientific name of the species | **مرحله اول نمونه‌برداری**<br>**The first sampling date** | | | | |
| *Xanthium strumarium* L. | 5.66 | 18.66 | 2.66 | 11.33 | 6.66 |
| *Amaranthus retroflexus* L. | 19.33 | 29.66 | 19.66 | 33.66 | 16.66 |
| *Chenopodium album* L. | 13.33 | 8.33 | 7.66 | 11.66 | 6.66 |
| *Sorghum halepense* (L.) Pers. | 59.66 | 42 | 68.66 | 42.66 | 68.66 |
| | **مرحله دوم نمونه‌برداری**<br>**The second sampling date** | | | | |
| *Xanthium strumarium* L. | 1.66 | 1.33 | - | 2.66 | 1.33 |
| *Amaranthus retroflexus* L. | 8.33 | 15.33 | 8.33 | 2.33 | 11.33 |
| *Chenopodium album* L. | 4.66 | 0.66 | 1.33 | 2.33 | - |
| *Sorghum halepense* (L.) Pers. | 73.33 | 75.66 | 82.33 | 80.66 | 85 |
| *Convolvulus arvensis* L. | 3.66 | 5.53 | 2.33 | 1 | 1 |
| *Portulaca oleracea* L. | 1.66 | 0.2 | 3.33 | 0.66 | - |
| *Datura stramonium* L. | 3.66 | - | 0.66 | 8 | - |
| *Polygonum aviculare* L. | 1.66 | - | - | - | - |
| *Malva sylvestris* L. | 1.66 | - | - | - | - |

در مرحله چهارم، خرفه فراوان‌ترین گونه در مقایسه با سایر گونه‌های علف هرز بود. نتایج پژوهشی بر روی کشت مخلوط اسفناج و سیر نشان داد که در اغلب تیمارهای مورد بررسی اعم از انواع الگوهای کشت مورد مطالعه و سطوح مختلف کود دامی، شاه‌تره (*Fumaria officinalis* L.) به‌عنوان علف هرز غالب مشاهده شد. به‌طور کلی، بیشترین تراکم و وزن خشک نسبی علف‌های هرز نیز در شرایط عدم اعمال کود دامی حاصل شد (Asadi et al., 2014). آزمایشی نشان داد که بیشترین دامنه فراوانی نسبی علف‌های هرز در مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری به‌ترتیب برای سلمه‌تره، دانارک و تلخه مشاهده شد. کم‌ترین دامنه فراوانی نسبی در مرحله اول مربوط به دلفینیوم و شاهتره بود. پایین‌ترین دامنه فراوانی نسبی در مراحل دوم و سوم به‌ترتیب برای گونه‌های سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و ازمک (*Lepidium draba* L.) به‌دست آمد (Khorramdel et al., 2014).

## اثر کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ با گل عسلی بر تراکم علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در جدول ۳ نشان داده شده است.

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر تراکم علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود (جدول ۳). در هر دو مرحله نمونه‌برداری، بیشترین تراکم علف‌های هرز در الگوی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) به‌ترتیب با ۲۸۲/۴ و ۱۲۲/۰۳ بوته در مترمربع مشاهده شد. همچنین، کم‌ترین تراکم علف‌های هرز در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به‌ترتیب در کشت خالص کاهو پیچ با ۱۱۱/۱۱ بوته در مترمربع و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) با ۴۱/۶۶ بوته در مترمربع مشاهده شد (شکل ۱).

در مرحله اول نمونه‌برداری، دلیل پایین‌بودن تراکم علف‌های هرز در کشت خالص کاهو پیچ، تراکم و سطح برگ بالاتر و پوشش کامل‌تر این گیاه بر روی سطح زمین نسبت به کشت مخلوط با گل عسلی بوده و همین امر نفوذ نور به درون کانوپی را کاهش داده و از رشد علف‌های هرز جلوگیری کرده است در نتیجه، کاهو پیچ برای جذب حداکثری منابع نسبت‌به علف‌های هرز برتری رقابتی داشته است. همچنین در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف

گل عسلی (۲:۲)، با توجه به این که تعداد ردیف گل عسلی در این الگوی کاشت بیشتر از کاهو پیچ بود و همچنین به‌دلیل این که گل عسلی پوشش کاملی بر روی سطح زمین ایجاد نکرده بود، علف‌های هرز رشد بیشتری داشته و تراکم علف‌های هرز در این نسبت کاشت افزایش پیدا کرده است. در مرحله دوم نمونه‌برداری، علت اصلی کاهش تراکم علف‌های هرز در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) این است که در این نسبت کاشت، در کنار هر ردیف گل عسلی، یک ردیف کاهو پیچ قرار گرفته که خود باعث پوشش کامل‌تر فاصله بین ردیف توسط کاهو پیچ نسبت به الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) شده و در نتیجه، تراکم علف‌های هرز کاهش پیدا کرد. درصورتی‌که در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲)، تعداد ردیف کاهو پیچ نسبت به گل عسلی کمتر بوده و به‌دلیل عدم پوشش کامل سطح زمین توسط گل عسلی، تراکم علف‌های هرز در این الگوی کاشت بالاتر بود. به‌طور کلی، تراکم بیشتر علف‌های هرز در کشت مخلوط، به‌معنی تسخیر منابع به‌وسیله این گونه‌ها و در نتیجه، بروز محدودیت برای گیاهان زراعی خواهد بود (Koocheki & Khajeh Hosseini, 2008). رضازاده (Rezazadeh, 2016) در مطالعه کشت مخلوط ارقام گوجه‌فرنگی و شنبلیله نشان داد که در نمونه‌برداری اول، تیمار ۵۰٪ شنبلیله + گوجه‌فرنگی ۱۱۱ فلات و ۵۰٪ شنبلیله + گوجه‌فرنگی کارون فلات به‌ترتیب با ۱۴/۸۴ و ۶۶/۳۰ گونه در مترمربع کم‌ترین و بیشترین تعداد گونه علف‌هرز و در نمونه‌برداری دوم، ۱۵۰٪ شنبلیله + گوجه-فرنگی ۱۱۱ فلات و ۱۰۰٪ شنبلیله + گوجه‌فرنگی کارون فلات به-ترتیب با ۱۶/۴۱ و ۵۳/۶۴ گونه در مترمربع کم‌ترین و بیشترین تعداد گونه علف‌هرز را به‌خود اختصاص دادند. بر اساس نتایج تحقیق انجام شده بر روی کشت مخلوط ماش و کنجد، بیشترین تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب در الگوی کشت مخلوط ۵۰٪ ماش + ۵۰٪ کنجد و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و الگوی کشت مخلوط ۷۵٪ ماش + ۲۵٪ کنجد و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و کم‌ترین تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب در کشت خالص ماش و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و کشت خالص ماش در هر دو فاصله بین ردیف ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (Rastgoo et al., 2013). همچنین مجنون‌حسینی و کلار (Majnoon Hosseini & Colar, 1988) در بررسی اثر سیستم کشت مخلوط لپه هندی (*Ceci neri* L.)-ماش مشاهده نمودند که کاشت یک ردیف ماش در بین خطوط لپه هندی باعث خفه‌شدن علف‌های هرز گردید. آن‌ها همچنین با کاشت دو ردیف ماش بین خطوط لپه هندی به این نتیجه رسیدند که کنترل علف‌های هرز به-نحو مؤثرتری انجام می‌گیرد.

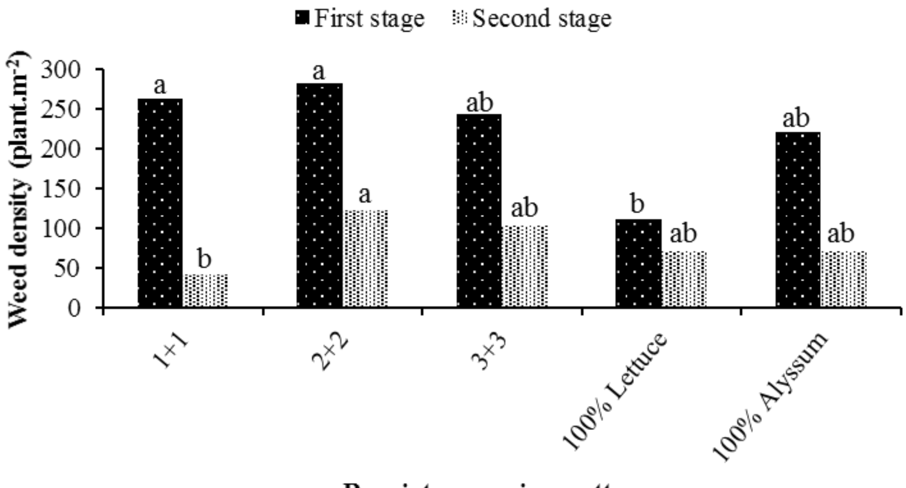
**جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Table 3- Variance analysis (mean of squares) of effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds density and dry weight in different sampling dates**

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی d.f | مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date | | مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | تراکم علف‌های هرز Weeds density | وزن خشک علف‌های هرز Weeds dry weight | تراکم علف‌های هرز Weeds density | وزن خشک علف‌های هرز Weeds dry weight |
| تکرار Replication | 2 | 10887$^{ns}$ | 608.8$^{ns}$ | 1174.2$^{ns}$ | 543.6$^{ns}$ |
| تیمار Treatment | 4 | 13548$^{*}$ | 732.1$^{*}$ | 2957.8$^{*}$ | 901.7$^{**}$ |
| خطا Error | 8 | 2213 | 181.5 | 600.2 | 154.4 |
| ضریب تغییرات CV (%) | | 20.99 | 30.07 | 29.95 | 39.54 |

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

$^{ns}$, ** and *: non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively.




**شکل ۱- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر تراکم علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

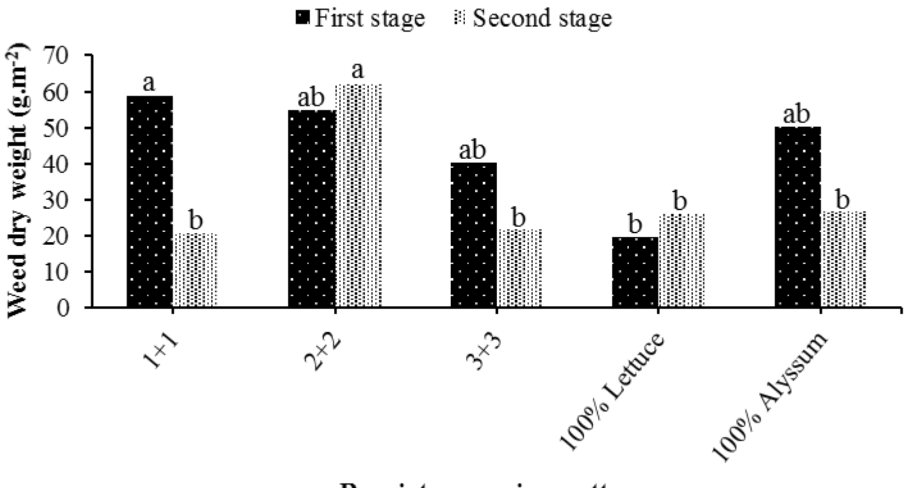
**Fig. 1- Effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds density in different sampling dates**

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have no significant difference at 5% probability level, according to Tukey Test.

**اثر کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ با گل عسلی بر زیست‌توده علف‌های هرز**

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بود (جدول ۳). در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین زیست‌توده علف‌های هرز در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) و کشت خالص کاهو پیچ به‌ترتیب با ۵۸/۳۳ و ۱۹/۷۵ گرم در مترمربع مشاهده شد. همچنین، در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین زیست‌توده علف‌های هرز، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) به‌ترتیب با ۶۲/۰۸ و ۲۰/۶۸ گرم در مترمربع مشاهده شد (شکل ۲).




**شکل ۲- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر زیست‌توده علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Fig. 2- Effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds dry weight in different sampling dates**

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have no significant difference at 5% probability level, according to Tukey Test.

در مرحله اول نمونه‌برداری، در کشت خالص کاهو پیچ، به‌دلیل تراکم بوته بالاتر، سطح برگ بیشتر، پوشش بیشتر کانوپی این گیاه بر روی پشته‌ها و پرکردن فاصله بین ردیف، تراکم و زیست‌توده علف-های هرز در مقایسه با الگوهای کشت مخلوط پایین‌تر بود. همچنین در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱)، به‌دلیل این که ۵۰٪ کرت‌ها توسط گل عسلی اشغال شده بود و نیز در ابتدای فصل به‌دلیل پایین‌بودن سطح برگ و فضای کمی که هر دو گیاه اشغال می‌کنند، زیست‌توده علف‌های هرز بالاتر بود. در مرحله دوم نمونه‌برداری، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱)، با وجود این که این الگوی کاشت در مرحله اول از زیست‌توده بالاتری نسبت به بقیه الگوهای کاشت برخوردار بود، ولی با گذر زمان و در نمونه‌برداری دوم با توجه به این که کانوپی هر دو گیاه بسته شده بود و نفوذ نور نیز به درون کانوپی کمتر شده بود و همچنین این الگوی کاشت در مرحله دوم از تراکم علف‌هرز پایین‌تری نیز برخوردار بود، زیست‌توده کم‌تری در مقایسه با سایر الگوهای کشت داشت. الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف گل عسلی + ۲ ردیف کاهو پیچ (۲:۲) به‌دلیل وجود تعداد ردیف بیشتر گل عسلی که در مقایسه با کاهو پیچ از سطح برگ و سطح کانوپی کم‌تری نیز برخوردار است، نتوانست فضاهای خالی بین ردیف‌ها را به‌طور کامل پر کند و در نتیجه، نفوذ نور به درون کانوپی بیشتر و رقابت بر سر منابع محیطی بین گیاه و علف‌های هرز بالاتر رفت و باعث افزایش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز شد. بر اساس نتایج تحقیقی بر روی کشت مخلوط ماش (*Vigna radiata* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.)، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب در الگوی کشت مخلوط ۲۵٪ ماش + ۷۵٪ کنجد و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و الگوی کشت مخلوط ۷۵٪ ماش + ۲۵٪ کنجد و فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و کم‌ترین تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ در کشت خالص ماش و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر به‌دست آمد (Rastgoo et al., 2013). نتایج پژوهشی نشان داد که کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) و کشت خالص ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز با مصرف کود نیتروژن در سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب کم‌ترین و بیشترین تعداد و زیست‌توده علف‌های هرز را نسبت به تیمارهای کشت مخلوط افزایشی داشتند. در واقع، در کشت خالص ریحان به‌دلیل رشد آهسته این گیاه در اوایل فصل رشد و عدم هم‌پوشانی در بین ردیف‌های کاشت، آشیان‌های بیشتری در اختیار علف‌های هرز قرار گرفت و در نتیجه، تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز افزایش یافت (Abadian et al., 2014). بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا (۷۱/۲۹ گرم در مترمربع) و کم‌ترین وزن خشک علف‌های هرز (۱۰/۲۴ گرم در مترمربع) در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰٪ زنیان + ۵۰٪ لوبیا مشاهده شد (Khorramdel et al., 2014). گزارش شده است که در کشت مخلوط افزایشی لوبیا چشم بلبلی با سورگوم (*Sorghum bicolor*)، تعداد و تراکم علف‌های هرز نسبت به کشت خالص به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Sanjani et al., 2009). آجینهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) گزارش کردند که با افزایش ۱۲/۵ تا ۶۲/۵ درصد باقلا (*Vicia faba* L.) در مخلوط با جو (*Hordeum vulgare* L.)، زیست‌توده علف‌های هرز از یک روند کاهشی برخوردار بود و کم‌ترین زیست‌توده علف‌های هرز مربوط به تیمار جو به‌علاوه ۶۲/۵ درصد از تراکم مطلوب باقلا بود.

## اثر کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ با گل عسلی بر تنوع علف‌های هرز

### شاخص تنوع شانون- وینر و سیمپسون

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص تنوع شانون- وینر و شاخص تنوع سیمپسون در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۴).

در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) به‌ترتیب با ۰/۵۳ و ۰/۳۵ مشاهده شد (شکل ۳).

در الگوهای کشت مخلوط ردیفی با افزایش درصد حضور کاهو پیچ (الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی) و همچنین با متراکم‌تر کشت شدن این گیاه (سه ردیف کنار هم در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳)، از میزان شاخص تنوع شانون- وینر در این الگوهای کاشت کاسته شد.

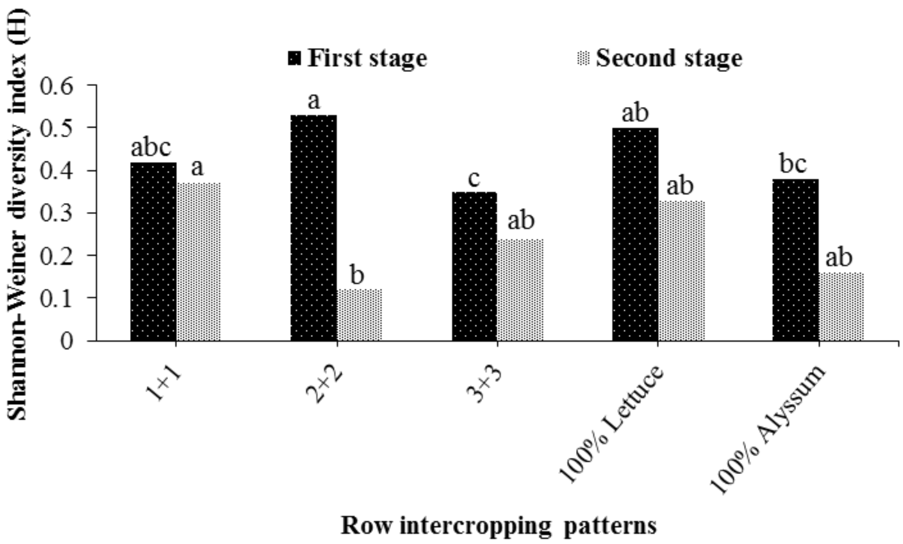
جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص تنوع شانون- وینر و شاخص تنوع سیمپسون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 4- Variance analysis (mean of squares) of effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Shannon-Weiner diversity index and Simpson's diversity index in different sampling dates

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی d.f | مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date | | مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | شاخص تنوع شانون- وینر Shannon-Weiner diversity index | شاخص تنوع سیمپسون Simpson's diversity index | شاخص تنوع شانون- وینر Shannon-Weiner diversity index | شاخص تنوع سیمپسون Simpson's diversity index |
| تکرار Replication | 2 | 0.005$^{ns}$ | 0.008$^{ns}$ | 0.04$^{ns}$ | 0.002$^{ns}$ |
| تیمار Treatment | 4 | 0.01$^{**}$ | 0.02$^{**}$ | 0.03$^{*}$ | 0.07$^{*}$ |
| خطا Error | 8 | 0.002 | 0.003 | 0.007 | 0.02 |
| ضریب تغییرات CV (%) | | 10.87 | 10.76 | 35.28 | 45.55 |

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns, ** and *: non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively.




شکل ۳- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 3- Effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Shannon-Weiner diversity index in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

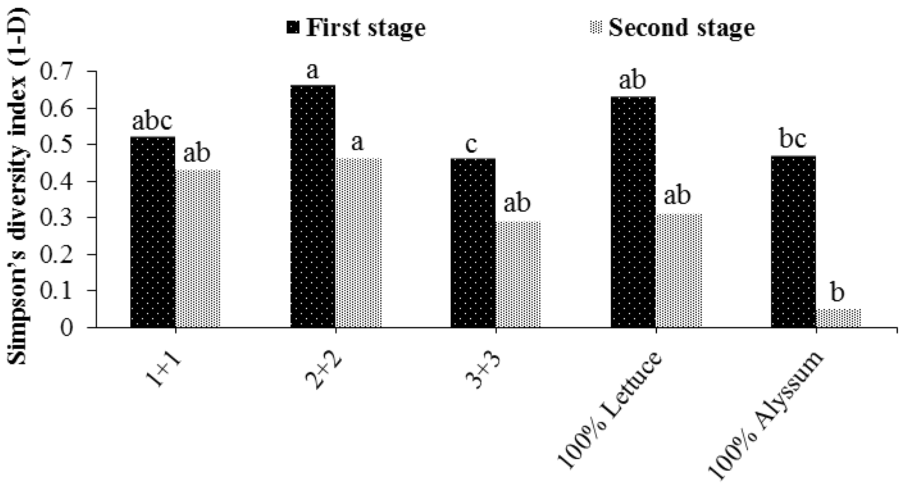
Means with the same letter(s) have no significant difference at 5% probability level, according to Tukey Test.

دلیل این امر را می‌توان به سطح برگ بیشتر کاهو پیچ و درصد فضای بیشتری که بر روی زمین اشغال می‌کند و همچنین تراکم پایین‌تر علف‌های هرز در الگوهای کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) و ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) نسبت داد.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) به‌ترتیب با ۰/۳۷ و ۰/۱۲ مشاهده شد (شکل ۳). با توجه به این‌که تراکم علف‌های هرز در

الگوهای کشت مخلوط ردیفی در هر دو مرحله نمونه‌برداری بالاتر از الگوهای کشت خالص بود، مقدار شاخص تنوع شانون- وینر نیز در این الگوهای کشت بالاتر از کشت خالص بود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) با ارزیابی تنوع علف‌های هرز در الگوی کشت مخلوط ارزن دم روباهی (*Setaria italica* L.) و لوبیا نشان دادند که در هر دو نمونه‌برداری قبل و بعد از بسته‌شدن پوشش گیاهی، شاخص تنوع شانون- وینر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند. نام‌بردگان اظهار داشتند که کم‌ترین مقدار شاخص شانون- وینر در الگوی کشت مخلوط لوبیا و ارزن مشاهده شد. در پژوهشی، کم‌ترین میزان شاخص تنوع شانون- وینر در الگوی کشت ۳:۳ سیر و اسفناج در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد (Asadi et al., 2014). بلکشا و همکاران (Blackshow et al., 1998) دریافتند که روش‌های مختلف مدیریت زراعی، تراکم و تنوع علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار داد.

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص تنوع سیمپسون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۴). در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) به‌ترتیب با ۰/۶۶ و ۰/۴۶ مشاهده شد (شکل ۴).




**شکل ٤- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص تنوع سیمپسون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Fig. 4- Effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Simpson's diversity index in different sampling dates**

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have no significant difference at 5% probability level, according to Tukey Test.

همان‌طور که در رابطه با شاخص تنوع شانون- وینر عنوان شد، دلیل اصلی افزایش شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) نیز افزایش تراکم علف‌های هرز به‌دلیل کم‌تر بودن درصد حضور کاهو پیچ به‌عنوان گیاهی که فضاهای خالی موجود بر روی زمین را به نسبت گل عسلی بیشتر می‌پوشاند، بوده است که به‌تبع آن افزایش تنوع در این الگوی کاشت منجر شده است. در پژوهشی، کم‌ترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت (۱:۱) مشاهده شد (Koocheki et al., 2013).

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) و کشت خالص گل عسلی به‌ترتیب با ۰/۴۶ و ۰/۰۵ مشاهده شد (شکل ۴). در الگوهای کشت خالص، علت پایین تر بودن شاخص تنوع سیمپسون در کشت خالص گل عسلی نسبت به کشت خالص کاهو پیچ، تراکم پایین‌تر علف‌های هرز به‌دلیل رقابت درون‌گونه‌ای به‌وجود آمده در این الگوی کاشت و به تبع آن افزایش

رشد رویشی گل عسلی و پوشش کامل‌تر زمین توسط این گیاه بوده است. در پژوهشی در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪ زنیان + ۲۵٪ لوبیا و کم‌ترین شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت خالص لوبیا به‌دست آمد (Khorramdel et al., 2014). در تحقیقی، در کلیه مراحل نمونه‌برداری، بیشترین شاخص تنوع سیمپسون در الگوی تک‌کشتی اسفناج، تحت تیمار کودی ۱۰ تن در هکتار کود دامی مشاهده شد که با نتایج این پژوهش در تضاد بود و کم‌ترین میزان شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت ۳:۳ در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد (Asadi et al., 2014). گلیسمن (Gliessman, 1995) اظهار داشت که افزایش تنوع گیاهی در اکوسیستم‌های زراعی، با تقلید از فرآیندهای بوم‌شناختی طبیعی منجر به استفاده مؤثر از منابع، افزایش تنوع زیستی و در نتیجه، پایداری این نظام‌ها می‌شود.

### شاخص یکنواختی شانون- وینر و سیمپسون

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص یکنواختی شانون- وینر و شاخص یکنواختی سیمپسون در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۵).

در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص یکنواختی شانون- وینر، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) به‌ترتیب با ۰/۴۱ و ۰/۲۵ مشاهده شد (شکل ۵).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در میان الگوهای کشت مخلوط ردیفی، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) هم شاخص تنوع شانون- وینر و هم شاخص یکنواختی شانون- وینر بالاتری نسبت به دیگر الگوهای کاشت داشت. در میان الگوهای کشت خالص نیز، کشت خالص گل عسلی با توجه به شاخص تنوع شانون- وینر پایین‌تر نسبت به الگوی کشت خالص کاهو پیچ، از شاخص یکنواختی شانون- وینر پایین‌تری برخوردار بود. در پژوهشی در بررسی شاخص یکنواختی شانون- وینر مشخص گردید که نسبت تراکمی ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ماش بالاترین میزان این شاخص (۰/۱۴) را دارا بود و کم‌ترین مقدار این شاخص نیز در نسبت تراکمی ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ ماش با ۰/۰۴ به‌دست آمد (Rastgoo et al., 2013).

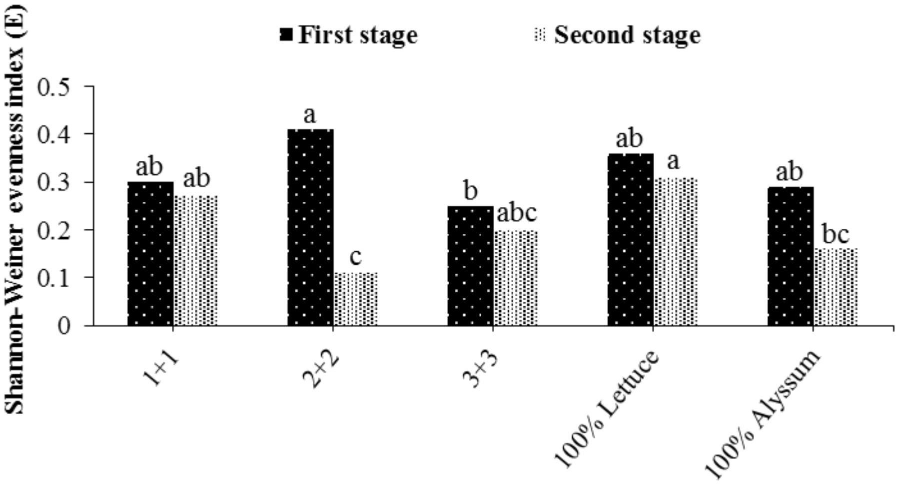
**جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص یکنواختی شانون- وینر و شاخص یکنواختی سیمپسون علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Table 5- Variance analysis (mean of squares) of effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Shannon-Weiner evenness index and Simpson's evenness index in different sampling dates**

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی d.f | مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date | | مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | شاخص یکنواختی شانون- وینر Shannon-Weiner evenness index | شاخص یکنواختی سیمپسون Simpson's evenness index | شاخص یکنواختی شانون- وینر Shannon-Weiner evenness index | شاخص یکنواختی سیمپسون Simpson's evenness index |
| تکرار Replication | 2 | $0.0001^{ns}$ | $0.13^{ns}$ | $0.02^{ns}$ | $0.29^{ns}$ |
| تیمار Treatment | 4 | $0.01^{*}$ | $0.76^{**}$ | $0.01^{**}$ | $0.25^{*}$ |
| خطا Error | 8 | 0.002 | 0.08 | 0.002 | 0.04 |
| ضریب تغییرات CV (%) | | 14.54 | 12.37 | 22.73 | 14.71 |

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns, ** and *: non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively




**شکل ۵- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص یکنواختی شانون- وینر علف‌های هرز**

**Fig. 5- Effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Shannon-Weiner evenness index in different sampling dates**

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have no significant difference at 5% probability level, according to Tukey Test.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص یکنواختی شانون- وینر، در الگوی کشت خالص کاهو پیچ و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) به‌ترتیب با ۰/۳۱ و ۰/۱۱ مشاهده شد (شکل ۵). در این مرحله، در میان الگوهای کشت خالص، کشت خالص کاهو پیچ نسبت به الگوی کشت خالص گل عسلی با توجه به شاخص تنوع شانون- وینر بالاتر، از شاخص یکنواختی شانون- وینر بالاتری نیز برخوردار بود. همچنین در میان الگوهای کشت مخلوط ردیفی، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) با توجه به شاخص تنوع شانون- وینر بالاتر، از شاخص یکنواختی شانون- وینر بالاتری نیز برخوردار بود. همچنین از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری بین الگوی کشت خالص کاهو پیچ و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) وجود نداشت.

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص یکنواختی سیمپسون در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود (جدول ۵). در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص یکنواختی سیمپسون، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) به‌ترتیب با ۳ و ۱/۰۹ مشاهده شد (شکل ۶).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در میان الگوهای کشت مخلوط ردیفی، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) با توجه به این که دارای شاخص تنوع سیمپسون بالاتری نسبت به دیگر الگوهای کاشت بود، از شاخص یکنواختی سیمپسون بالاتری نیز برخوردار بود. در میان الگوهای کشت خالص نیز، کشت خالص گل عسلی با توجه به شاخص سیمپسون پایین‌تر نسبت به الگوی کشت خالص کاهو پیچ، از شاخص یکنواختی سیمپسون پایین‌تری برخوردار بود.

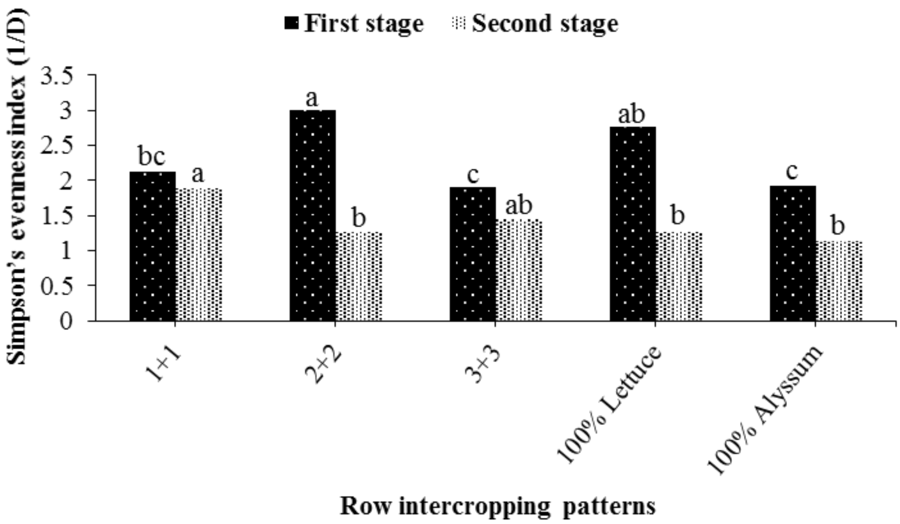
در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص یکنواختی سیمپسون، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) و الگوی کشت خالص گل عسلی به‌ترتیب با ۱/۸۸ و ۱/۱۴ مشاهده شد (شکل ۶). در بین الگوهای کشت مخلوط، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) با توجه به این که شاخص تنوع سیمپسون بالایی داشت، از شاخص یکنواختی سیمپسون بالاتری نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط ردیفی برخوردار بود. همچنین در بین الگوهای کشت خالص، الگوی کشت خالص گل عسلی با توجه به این که از شاخص تنوع سیمپسون کم‌تری در مقایسه با الگوی کشت خالص کاهو پیچ برخوردار بود، شاخص یکنواختی سیمپسون پایین‌تری نیز در مقایسه با الگوی کشت خالص کاهو پیچ داشت. در پژوهشی، بیشترین

شاخص یکنواختی سیمپسون در تیمار کشت خالص گندم (۱۳/۳۶) و کم‌ترین شاخص یکنواختی سیمپسون در تیمار کلزا- گندم- کلزا و گندم- کلزا- کلزا به‌ترتیب با (۵/۰۳ و ۵/۰۴) مشاهده شد که با نتایج این پژوهش در تضاد بود (Karimian, 2015).

**شاخص غنای گونه‌ای مارگالف**

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی-دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۶).

در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در الگوی کشت خالص کاهو پیچ و الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) به‌ترتیب با ۱/۴۸ و ۰/۹۸ مشاهده شد (شکل ۷).




**شکل ٦- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص یکنواختی سیمپسون علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Fig. 6- Effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Simpson's evenness index in different sampling dates**

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have no significant difference at 5% probability level, according to Tukey Test.

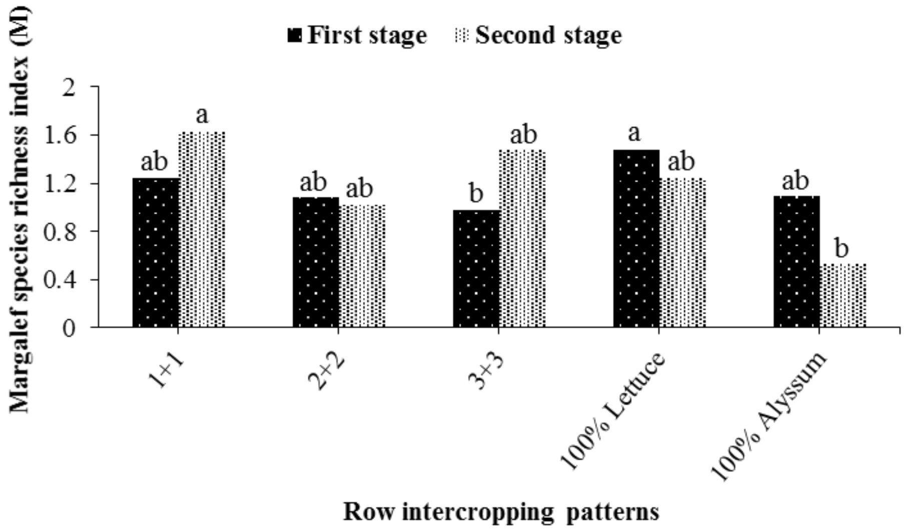
**جدول ٦- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Table 6- Variance analysis (mean of squares) of effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Margalef species richness index in different sampling dates**

| منابع تغییرات S.O.V. | درجه آزادی d.f | مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date | مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date |
|---|---|---|---|
| تکرار Replication | 2 | 0.01ns | 0.24ns |
| تیمار Treatment | 4 | 0.11* | 0.55* |
| خطا Error | 8 | 0.02 | 0.14 |
| ضریب تغییرات CV (%) | | 14.55 | 32.17 |

ns و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns and *: non-significant and significant at 5% probability level, respectively




**شکل ۷- اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری**

**Fig. 7- Effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum on weeds Margalef species richness index in different sampling dates**

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have no significant difference at 5% probability level, according to Tukey Test.

در بین الگوهای کشت خالص، الگوی کشت خالص کاهو پیچ به‌دلیل شاخص تنوع شانون- وینر و شاخص تنوع سیمپسون بالاتر نسبت به الگوی کشت خالص گل عسلی، از شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بالاتری نیز نسبت به آن برخوردار بود. در بین الگوهای کشت مخلوط ردیفی، با متراکم‌تر کشت شدن کاهو پیچ در الگوهای کشت مخلوط، از میزان شاخص غنای گونه‌ای مارگالف کاسته شد. در پژوهشی، کم‌ترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در هر دو سال زراعی، در الگوی کشت مخلوط ارزن- شنبلیله- زنیان- کنجد مشاهده شد (Azizi et al., 2009). اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) گزارش کردند که در کشت مخلوط سیر و اسفناج، کم‌ترین میزان شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در الگوی کشت ۳:۳ در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد. در پژوهشی، کم‌ترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در هر دو مرحله نمونه‌برداری، در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۱ مشاهده شد (Koocheki et al., 2013).

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کم‌ترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) و الگوی کشت خالص گل عسلی به‌ترتیب با ۱/۶۳ و ۰/۵۳ مشاهده شد (شکل ۷). در بین الگوهای کشت مخلوط ردیفی، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱)، به‌دلیل شاخص تنوع شانون- وینر بالاتر نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط، از شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بالاتری نیز نسبت به آن‌ها برخوردار بود، ولی اختلاف معنی‌داری با سایر الگوهای کشت مخلوط ردیفی نداشت. در بین الگوهای کشت خالص، الگوی کشت خالص کاهو پیچ، شاخص تنوع شانون- وینر، شاخص تنوع سیمپسون و شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بیشتری در مقایسه با الگوی کشت خالص گل عسلی داشت. اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) گزارش کردند که در کشت مخلوط سیر و اسفناج، در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در الگوی کشت مخلوط ۴:۴ سیر و اسفناج و تک‌کشتی سیر به‌مقدار ۱/۱۰ مشاهده شد.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، با افزایش تنوع گیاهان در بوم‌نظام‌های زراعی آشیان‌های کم‌تری در اختیار علف‌های هرز قرار گرفته که این امر باعث کاهش تعداد و تراکم گونه‌های مختلف علف‌های هرز می‌شود. نتایج نشان داد که ویژگی‌های اکولوژیکی بوم‌نظام از جمله تنوع، ترکیب و تراکم علف‌های هرز تحت تأثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی قرار گرفت. در مرحله اول نمونه‌برداری، تقریباً در تمام موارد ذکرشده به‌جز شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، الگوی کشت مخلوط

ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی نسبت به سایر الگوهای کشت برتری داشت و نیز از نظر شاخص غنای گونهای مارگالف، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی در مقایسه با سایر الگوهای کشت برتری داشت. همچنین در مرحله اول نمونه‌برداری، الگوی کشت خالص کاهو پیچ از نظر تراکم و زیست‌توده و نیز الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی از نظر کلیه شاخص‌های مورد بررسی کم-ترین میزان را دارا بودند. در نهایت، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که مهم‌ترین مزیت کشت مخلوط اثر تکمیل‌کنندگی آن در استفاده از منابع محیطی است، که نتیجه آن پایداری و افزایش عملکرد کمّی و کیفی، بهبود چرخه عناصر غذایی در خاک و افزایش تنوع می‌باشد.

## References


Abadian, H., Yarnia, M., Pirdashti, H., Abasi, R., and Farahvash, F., 2014. Evaluation of basil (*Ocimum basilicum*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) intercropping at different nitrogen fertilizer levels and its effect on weed density. Specialized Semiannual Journal of Iranian Weeds Knowledge 10(2): 187-199. (In Persian with English Summary)

Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W., 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal Agronomy 25: 202-207. https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.05.002

Asadi, G., Ghorbani, R., and Azizi, E., 2014. The effect of manure rates on diversity and density of weeds in intercropping of spinach (*Spinacia oleracea* L.) and garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Plant Protection 28(3): 325-337. (In Persian with English Summary). https://doi.org/10.22067/JPP.V28I3.43563

Azizi, G., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghaddam, P., 2009. Effect of plant diversity and nutrient resource on weed composition and density in different cropping systems. Journal of Iranian Field Crop Research 7(1): 115-125. (In Persian with English Summary)

Baumann, D.T., Bastiaans, L., and Kropff, M.J., 2001. Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of late-emerging *Senecio vulgaris* L., with special reference to competition for light. Annals of Botany 87: 209-217. DOI: 10.1006/anbo.2000.1320

Baumann, D.T., Kropff, M.J., and Bastiaans, L., 2000. Intercropping leeks to suppress weeds. Weed Research 40: 361-376. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2000.00197.x

Bedoussac, L., and Justes, E., 2010. Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat-winter pea intercrop. Plant and Soil 330: 37-54. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0303-8

Blackshow, R.E., Molnar, L.J., Chevalier, D.F., and Lindwall, C.W., 1998. Factors affecting of the weed-sensing detect spray system. Weed Science 46: 127-137.

Bugg, R.L., Colfer, R.G., Chaney, W.E., Smith, H.A., and Cannon, J., 2008. Flower flies (Syrphidae) and other biological control agents for aphids in vegetable crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. https://doi.org/10.3733/ucanr.8285

Corre-Hellou, G., Dibet, A., Hauggaard-Nielsen, H., Crozat, Y., Gooding, M., Ambus, P., Dahlmann, C., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M., and Jensen, E.S., 2011. The competitive ability of pea–barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. Field Crops Research 122(3): 264-272. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.04.004

Ejtehadi, H., Sepehry, A., and Akkafi, H.R., 2009. Methods of Measuring Biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran. 228 p. (In Persian)

Fiedler, A.K., Landis, D.A., and Wratten, S.D., 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. Biological Control 45: 254–271. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.12.009

Ghasemi Ghahsareh, M., and Kafi, M., 2012. Scientific and Practical Floriculture. Author Press, 420 p.

Gliessman, S.R., 1995. Sustainable agriculture: An agroecological perspective. Advances in Plant Pathology II: 45-57. https://doi.org/10.1016/S0736-4539(06)80005-X

Gliessman, S.R., 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press, 357 p.

Hyvonen, T., and Huusela-Veistola, E., 2008. Arable weeds as indicators of agricultural intensity-A case study from Finland. Biological Conservation 141: 2857-2864. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.08.022

Javanmardi, J., 2010. Growing organic vegetables. University of Mashhad Press, Iran. 349 p. (In Persian)

Karimian, K., 2015. Investigation of yield, radiation use efficiency and biodiversity of arthropods and weeds in wheat and canola intercropping. Ph.D. Dissertation Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Kenny, A.J., and Krebs, C.J., 2001. Ecological Methodology program package, version 7.0. University of British Columbia, https://ecological-methodology.software.informer.com/7.0/.

Khorramdel, S., Mahmoodi, G., Abdollahi, F., and Hasanzadeh, H.R., 2014. Evaluation of growth indices and diversity of weeds in replacement and additive intercropping series of ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Research in Crop Ecosystems 1(3): 59-70. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., and Khajeh Hosseini, M., 2008. Modern Agronomy. University of Mashhad Press, Iran. 704 p. (In Persian)

Koocheki, A., Asadi, G.A., Ghorbani, R., and Azizi, E., 2013. Investigation of marigold interference effect on weed composition and diversity of tomato in an intercropping system. Journal of Environmental Sciences 11(2): 23-34. (In Persian with English Summary)

Koocheki., A., Nassiri Mahallati, M., and Sanjani, S., 2013. Evaluation of weed diversity and modeling light interception and distribution in multiple and sole cropping of millet (*Setaria italica* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 11(2): 215-225. (In Persian with English Summary). Doi: 10.22067/GSC.V11I2.26131

Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Amin Ghafouri, A., 2012. Row intercropping of borage (*Borago officinalis* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on possible evaluating of the best strip width and assessing of its ecological characteristics. Journal of Agroecology 4(1): 1-11. (In Persian with English Summary). Doi: 10.22067/jag.v4i1.14951

Legere, A., Stevenson, F.C., and Benoit, D.L., 2005. Diversity and assembly of weed communities: Contrasting responses across cropping systems. Weed Research 45: 303-315. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2005.00459.x

Majnoon Hosseini, N., and Colar, G.S., 1988. Study of weed control in mixed cropping of cowpea and mung bean. Iranian Journal of Agriculture Science 19: 9-12. (In Persian with English Summary)

Midya, A., Bhattacharjee, K., Ghose, S.S., and Banik, S.D., 2005. Deferred seeding of blackgram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. Journal of Agronomy and Crop Science 191: 195-201. https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2005.00157.x

Mohler, C.L., and Liebman, M., 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. Journal of Applied Ecology 24: 685-699. https://doi.org/10.2307/2403903

Moody, K., and Shett, S.V.R., 1989. Weed management in intercrops, on Proc. Int. Workshop intercropping. ICRISAT. Hyderabad India, p. 229-237.

Park, S.E., Benjamin, L.R., and Watkinson, A.R., 2002. Comparing biological productivity in cropping systems: A competition approach. The Journal of Applied Ecology 39: 416-426. https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00732.x

Rastgoo, S., Aynehband, A., and Fateh, E., 2013. Study of the properties of the weed communities in the mixture of sesame and mung bean using diversity indices. The Second National Congress on Organic and Conventional Agriculture, Ardabil, Iran. p. 295-299. (In Persian)

Rao, B.R.R., 2002. Biomass yield, essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium species*) as influenced by row spacing and intercropping with corn mint (*Mentha arvensis* L. f. Piperascens Malinv). Industrial Crops and Products 16: 133-144. https://doi.org/10.1016/S0926-6690(02)00038-9

Rezazadeh, M., 2016. The effect of row intercropping of fenugreek and tomato on competition indices and species diversity of weeds, pests and disease. M.Sc. Thesis Agriculture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Ronald, M., and Charles, K., 2012. Weed suppression and component crops response in maize/pumpkin intercropping systems in Zimbabwe. Journal of Agriculture Science 4(7): 231-236. DOI:10.5539/jas.v4n7p231

Sanjani, S., Hosseini, M.B., Chaichi, M.R., and Rezvan Beidokhti, S., 2009. Effect of additive intercropping sorghum: cowpea on weed biomass and density in limited irrigation system. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 85-95. (In Persian with English Summary)

Smith, H.A., and Chaney, W.E., 2007. A survey of syrphid predators of *Nasonovia ribisnigri* in organic lettuce on the

Central Coast of California. Journal of Economic Entomology 100: 39–48. DOI: 10.1603/0022-0493(2007)100[39:asospo]2.0.co;2

Smith, H.A., Chaney, W.E., and Bensen, T.A., 2008. Role of syrphid larvae and other predators in suppressing aphid infestations in organic lettuce on California's Central Coast. Journal of Economic Entomology 101: 1526–1532. https://doi.org/10.1603/0022-0493(2008)101[1526:roslao]2.0.co;2